最大出力13Wで力感あふれるバンタム級アンプ

3C33プッシュプル・ステレオアンプ

渡辺直樹 Watanabe Naoki



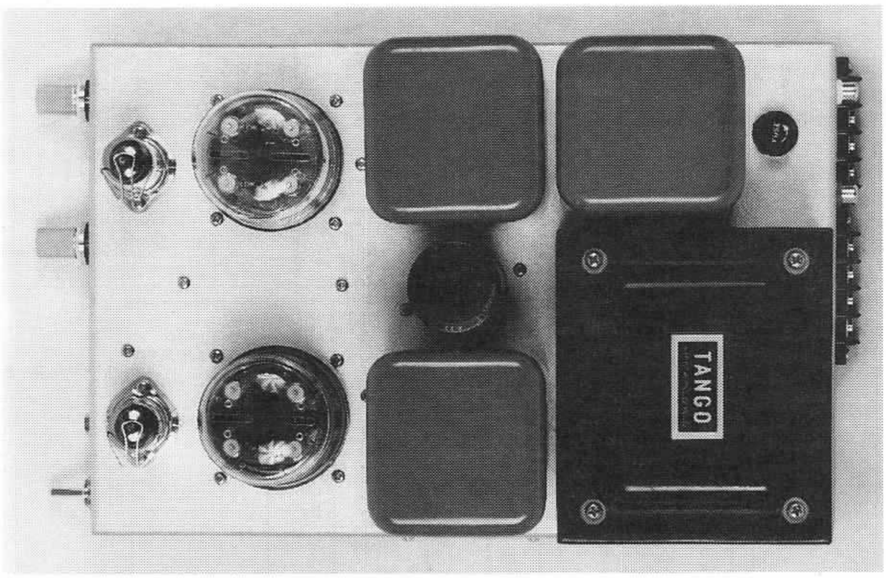
前月号のシングルに引き続き3C33を使ったプッシュプルアンプを製作する．PK分割回路から直接出力管をドライブしているダイナコのMARK-Ⅲアンプ回路を参考に，初段は6AN8Aの5極管部を1段電圧増幅に，3極管部をPK分割の位相反転兼ドライバーとした．比較的ゲインが高く，シャシー内が狭くて配線が輻輳し，ノイズや外来雑音を拾いやすい．実装面と回路定数の工夫により特性の向上，ノイズの低減に効果をあげ，出力10W，最大13Wでバンタム級にふさわしい力強い音を聴かせてくれる．

前月号と同じ工業用双3極管3C33を出力管として使用し，単管でプッシュプルアンプを形成します．シャシーも前月号と同一のものにペアのプッシュプル・ステレオアンプを搭載しました．

前月号のように3C33の各1素子を単独でシングル使用した記事は，寡聞にして今まで聞いたことはありません．おそらく前月号が最初だろうと思います．

3C33のプッシュプルアンプとしての使用は，かなり以前より考えられ設計・製作されています．

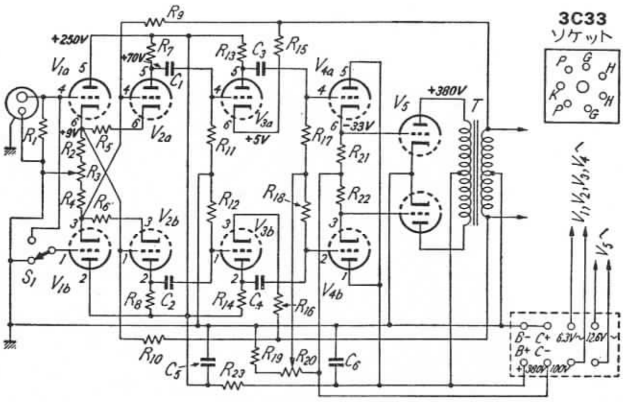
筆者も製作実験しており，その持

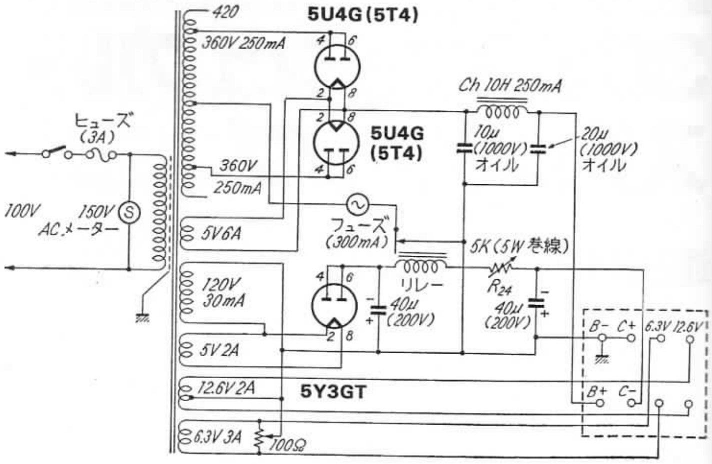


シャシー上の後ろ半分以上はトランス類で満杯．中央は100μF×2の電解コン．ヒューズホルダーはトランスの後ろのシャシー上に付けている

[表1] 3C33使用プッシュプルアンプ設計・製作記事

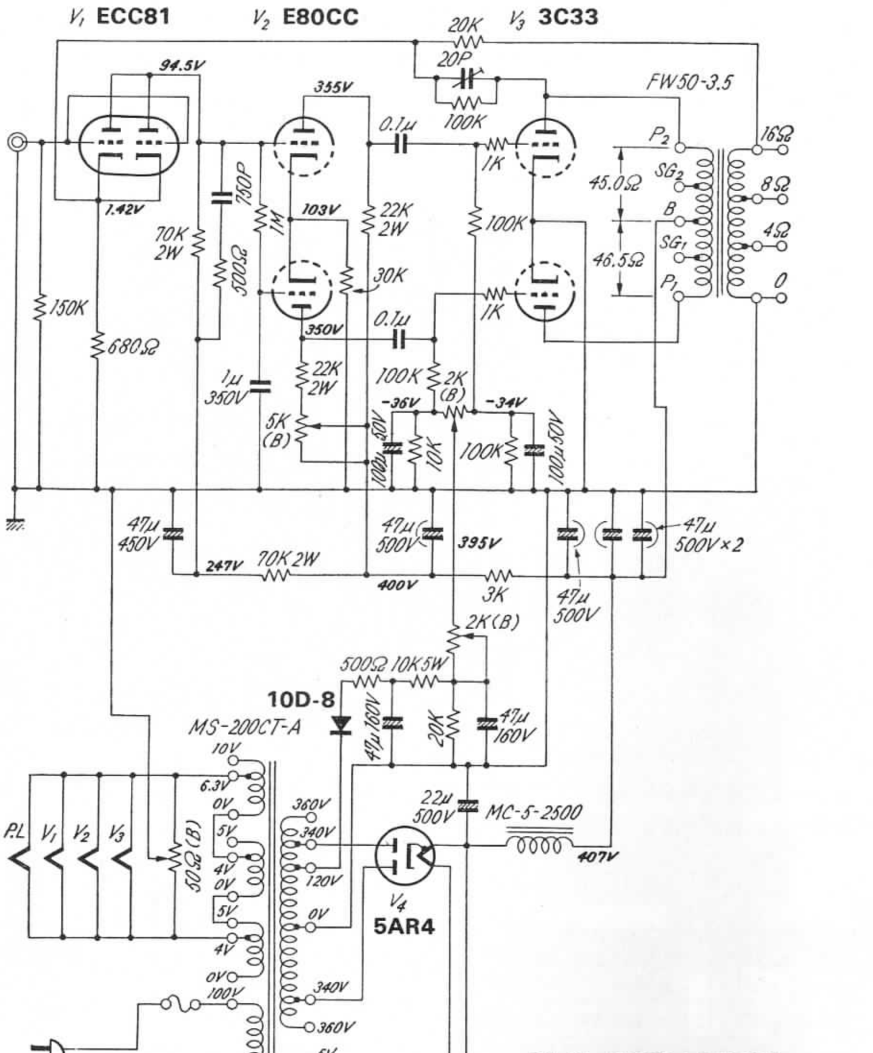
発表年月	設計・製作者名	バイアス方式	ドライブ方式	電源方式	仕様	出力	出典	参照図
①1954年 6月	高城重躬	固定	カソードフォロワー	別電源	AB$_2$級pp	25W	LP技術辞典（鱒書房）	図1
②1973年 9月	安斎勝太郎	固定	プレートフォロワー	シャシー組み込み	AB$_1$級pp	15W	MJ（誠文堂新光社）	図2
③1975年10月	浅野 勇	自己	プレートフォロワー	シャシー組み込み	A級pp	15W×2	続魅惑の真空管（誠文堂新光社）	図3
④1981年 3月	筆 者	固定	カソードフォロワー	シャシー組み込み	AB$_2$級pp	38W×2	MJ（誠文堂新光社）	図4





R_1	500,000Ω
R_2, R_4	1,500Ω
R_3	2,000Ω（巻線ポテンショメーター）
R_5, R_6	1,200Ω
R_7, R_8	200,000Ω
R_9, R_{10}	20,000Ω
R_{11}, R_{12}	500,000Ω
R_{13}, R_{14}	100,000Ω
R_{15}, R_{16}	2,500Ω
R_{17}, R_{18}	500,000Ω
R_{19}	5,000Ω（5W）
R_{20}	5,000Ω（巻線ポテンショメーター5W）
R_{21}, R_{22}	20,000Ω（5W）
R_{23}	5,000Ω（3W）
R_{24}	5,000Ω（5W巻線可変）
C_1, C_2, C_3, C_4	0.1μF（600V）
C_5, C_6	20μF（450V）
V_1, V_3, V_4	**6SN7**
V_2	**6SL7**
V_5	**3C33**
S_1	バランススイッチ用（平常はV_{1b}のグリッドはアースに接続）
T	アウトプットトランス（30W）一次3,000Ω 二次16Ω（4Ω，8Ω）

［図 1］ 高城重躬氏発表 AB_2 級3C33プッシュプル回路図



［図 2］ 安斎勝太郎氏発表
AB_1 級3C33プッシュプル回路図

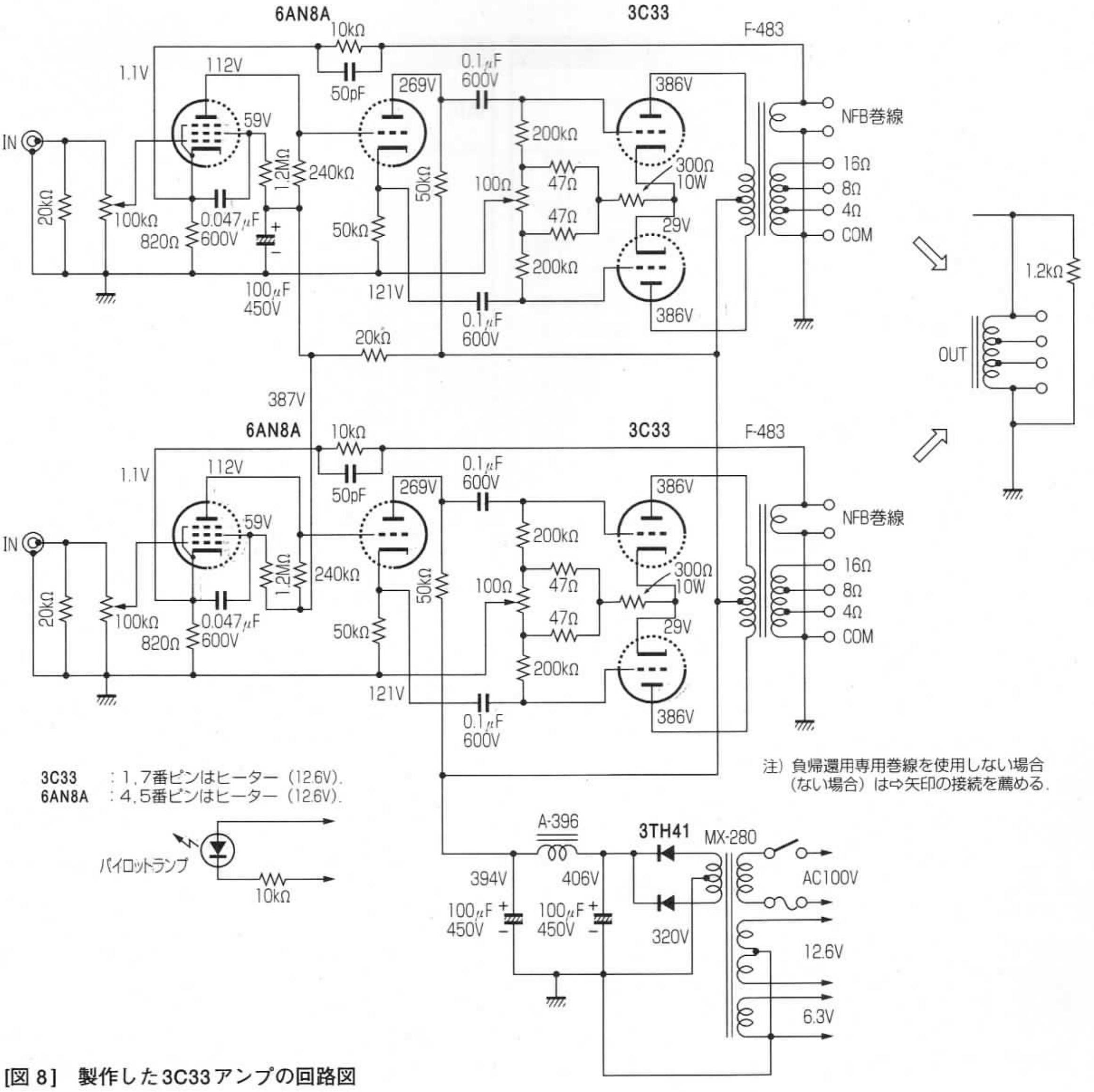
ち味の良さは十分知っていますが，記事としての発表はなぜかあまりありません．

しかし3C33のプッシュプル使用の長所を取り上げ，発表された諸先輩が少数ですがおられました．前ページの**表1**に，発表の年代順に紹介します．参考として，**図1～4**にその回路を示します．

3C33は小型球ですが工業用（主に軍用）なので頑丈に，そしてピーク時の過負荷に耐えられるように設計されており，高出力を取り出すことが可能です．

通常の3極出力管でプッシュプル・ステレオアンプを組むと，出力管が4本並んで堂々としています．同じシャシーで出力管だけ3C33に変更すると，小型の3C33が2本遠慮するようにシャシー上面に乗るので，ルックスや雰囲気を重要視するマニアにはお気に召さないかもしれません．

サブタイトルにあるように，バンタム級として3C33などの小型といえる真空管を主役として設計当初か



[図 8]　製作した3C33アンプの回路図

生，**図3**アンプは浅野先生，**図4**アンプは筆者製作のそれぞれの動作例です．

使用真空管とトランス

3C33をおおまかに捉えるには，増幅度が約2.6倍になっている2A3を考えてみることです．**表3**のデータの1行目は3C33の1素子のデータです．増幅度が高い分グリッド負電圧が低くなりドライブ電圧も低くて済み，アンプの設計が楽になりますが，反面高ゲインアンプとなり，アンプの安定性に留意することが必要になります．

表3のとおり，A級シングルのグリッド負電圧は－16.5Vと5極管並みですから，プッシュプルの場合もドライブ電圧は低くて済み，5極管やビーム4極管同様，位相反転回路にPK分割回路を使用し，直接出力管3C33を十分ドライブすることが可能です（ただし，A級ppからAB$_1$級ppまで）．

PK分割回路から直接出力管をドライブしている著名なアンプの一つにダイナコのMARK-Ⅲがあります．このアンプの出力管のバイアス電圧は30～32Vです．

図8は今回の回路で，出力管のバイアス電圧は29Vですから十分にフルドライブができます．

以上の実例を参考にして，増幅回路はダイナコのMARK-Ⅲを踏襲し，6AN8Aの5極管部を電圧増幅に3極管部を位相反転兼ドライバーとして使用しました．

増幅部を組み込むスペースが非常に少ないため，近付けたくない配線や部品が接近する場合も出てきます．

表4にパーツリストを示します．

整流用ダイオードとして東芝の1S2711を使っていましたが手持ちもなくなり，また市場にもありませんので，現在製造されている種々の

ステムは，抵抗性だけでなく容量性も持っています．不安定なアンプでは，容量性の大きな負荷をつないだ場合には発振する恐れがあります．

写真3(a)は基本波形で，8Ωの純抵抗のみを負荷としたときの10kHzに対する応答波形です．**写真4**(a)～(c)は8Ωの純抵抗負荷に種々の容量を加えた場合の変化を示した結果です．(a)は＋0.1μFの混合負荷の場合で，波形の左端の凹凸が基本波形より大きくなっています．(b)は＋0.5μFの場合で，波形の左端の凹凸が(a)よりさらに大きくなっていますが，この程度ではアンプの安定性に関係なく，音に対してもこれといった影響は生じません．(c)は＋1μFの場合で，基本波形にある凹凸の周波数に関係（共振関係）なく，高域部のバイパスコンデンサーとしての動きをしています．

以上の純抵抗＋容量負荷の実験の結果では，本機の負荷に対する優れた安定性を示しています．

[表6] 試聴時に使用した機器および音楽ソース

1. CDプレーヤー：パイオニア製 DVD，LDプレーヤーDVL-919
2. CD専用プリアンプ：本誌別冊『CD使いこなしテクニック』の筆者発表機
3. スピーカーシステム：アルテック製612Cモニター
4. 試聴ソース（CD）
A) Audio STAKKATO，ドイツ版オーディオチェック用CD，CD-101001，ポリグラム
B) ザ・オール・スター・パーカッション・アンサンブル，『カルメン・ファンタジー』，MDC-10007，モス・ミュージック
C) MJQ『ライブ・アット・ザ・ライトハウス』，オリジナル・マスター・レコーディング，MFCD827，モービル・フィデリティ・サウンド・ラボ
D) 組曲『展覧会の絵』，ウイーンフィル，432 557-2，フィリップス
E) 『打（アジアン・ドラムス）』，CH CB1013，パシフィック・ムーン（チャプター・ワン）

試　聴

試聴には大いに期待感があり，楽しみにしていました．測定，調整の時点でわかっていましたが，前月号のシングルの場合の傾向より，良好な音を聴かせてくれるだろうという期待です．

もちろん出力トランスの性格が違うので当然，音の傾向が変わります．それらの条件の差は考慮に入れた上で3C33のシングルとプッシュプルの持味の違いを感じようと思います．

試聴時に使用した機器およびソースは，**表6**のとおりです．

試聴したときの第一印象は，低域部がシングルアンプに比べて非常に力強さが増加したということです．

ソースのAおよびBはダイナミックレンジ，周波数レンジともに非常に広い録音がなされていますが，シングルアンプ同様，各音源が正確に分離されています．

周波数特性から想像できるとおりの帯域幅は持っています．

今回加えたソースEでは各種のドラム，鐘，三味線のそれぞれの違いが(各楽器ともアジア各地のもの使用)聴き分けられる数はプッシュプルのほうが上です．特にドラムでは同じ音量であっても力感の差で楽器の違いがわかります．

出力10W，最大出力13Wのアンプですが，力強さの点でも大型アンプに負けないものを持っています．

ソースAには楽器以外の種々の音が入っているので，試聴アンプの持つ力感の大小を調べるのに好都合です．それは，①メルセデス・ベンツ・ディーゼル，②ポルシェ・ターボ，③フェラーリ，④トラクターなどの自動車の排気音が入っているからです．このような自動車の排気音は音量の大小に関わらず，力感の大小が本機ではよくわかります．すなわち，アクセルの踏み込み方がわかるような感じです．この点，力感(エネルギー)の少ないアンプでは音量を上げてもこの感じはしません．

3C33の音の特徴は低域部にも十分エネルギーを持ち，必要に応じて放出する力があることといえます．

最後に出力管3C33の1素子当たりのプレート直流入力電力を推算すると下記のようになります．

3C33のプレート電圧：386V

3C33のカソード電圧：29V

3C33の合成カソード抵抗：348.5Ω

以上のデータは，**図8**から算出できます．

プレート実効電圧

386V－29V＝357V

合成カソード抵抗

300Ω＋47Ω÷2＋100÷4
＝348.5Ω

カソード電流

29V÷348.5Ω＝0.083A

1素子当たりのカソード電流

0.083A÷2＝0.0415A

1素子当たりのプレート入力電力

357V×0.0415A＝14.815W

以上の計算により，3C33の許容プレート入力をオーバーしていないことがわかります．

15Wの規格に対して余裕はほとんどありませんが，この計算の元は無信号の状態ですから，直流入力としては最も大きいときなので(ほぼA級プッシュプル動作)オーバーロードになることはありません．10時間連続稼働しましたが，一切異状は起こりませんでした．